

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Tomonobu TAKASHIMA et al.

Application No.:

Group Art Unit: Unassigned

Filed:

Examiner: Unassigned

For: COLLISION PREDICTION DEVICE, METHOD OF PREDICTING COLLISION, AND
COMPUTER PRODUCT

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s)
herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2003-092570

Filed: March 28, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: Jan 27 2004

By: Mark J. Henry
Mark J. Henry/
Registration No. 36,162

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 2 8 日
Date of Application:

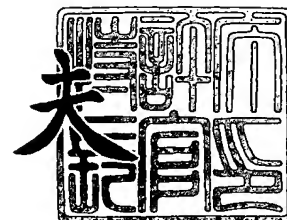
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 9 2 5 7 0
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 9 2 5 7 0]

出 願 人 富 士 通 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月 2 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 9 6 7 5 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 0350569

【提出日】 平成15年 3月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01S 13/34
G01S 13/91
G08G 1/16
B60R 21/00
G01B 11/00

【発明の名称】 衝突予測装置

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 ▲高▼島 知信

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 東野 全寿

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 尾身 忠雄

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 片桐 卓

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通
株式会社内

【氏名】 上野 大輔

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089118

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 宏明

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036711

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9717671

【プルーフの要否】 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 衝突予測装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 撮像した画像から障害物の画像上のサイズおよび画像上の位置を検出する画像センサ部と、

ミリ波を送出し、その反射波に基づいて自車から障害物までの距離を検出するミリ波センサ部と、

前記画像センサ部によって検出した障害物の画像上のサイズの変化率と前記ミリ波センサ部によって検出した自車から障害物までの距離の変化率とが相反関係にある場合に、画像センサ部によって検出された障害物とミリ波センサ部によって検出された障害物を同一物体であると判断するとともに、同一物体であると判断した場合に該同一物体を衝突予測対象障害物として該衝突予測対象障害物の所定時間後における自車に対する相対予測位置を前記画像センサ部で検出した画像上の位置と前記ミリ波センサ部で検出した自車から障害物まで距離とに基づいて算出するセンサマッチング部と、

前記算出した衝突予測対象障害物の相対予測位置から自車と衝突予測対象障害物の衝突の可能性を予測する衝突予測部と、

を備えることを特徴とする衝突予測装置。

【請求項 2】 前記センサマッチング部は、前記衝突の可能性を予測する時点の衝突予測対象物および前記自車の状態が前記所定時間維持された場合の前記自車に対する衝突予測対象物の相対的な位置を前記衝突予測対象障害物の予測位置として算出することを特徴とする請求項 1 に記載の衝突予測装置。

【請求項 3】 自車のヨーレートおよび自車の速度を測定して自車の前記所定時間後の自車予測位置を算出する自車測定部をさらに備え、

前記画像センサ部は、前記自車の速度および／または前記自車予測位置に基づいて障害物を抽出し、

前記ミリ波センサ部は、自車に対する障害物の相対速度を算出し、前記自車測定部で算出した自車の速度と前記算出した自車に対する障害物の相対速度とに基づいて障害物を抽出することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の衝突予測装



置。

【請求項 4】 前記衝突予測部は、前記所定の時間内に前記相対予測位置が自車から所定の距離内に位置する場合に衝突の可能性があるとして予測することを特徴とする請求項 1～3 のいずれか一つに記載の衝突予測装置。

【請求項 5】 前記衝突予測部が衝突の可能性があるとして判断した場合に、自車の運転者に警報を発生する警報報知部をさらに備えることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか一つに記載の衝突予測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は画像センサとミリ波センサを用いて障害物に対する車両の衝突を予測する衝突予測装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

最近のモータリゼーションの発展に伴って、車は今や人間の生活に欠かせなくなっている。その一方、交通事故によって多くの人命や財産が失われているのが実状である。そこで、安全運転システムの見直しが図られており、特に安全運転システムにおける車両警報装置の分野では安全運転支援や交通事故防止の目的から様々な技術が提案されている。

【0003】

例えば、超音波ソナーによって車両の車庫入れ時に車両周辺の障害物と車両との距離を測定する方法がある。しかし、障害物と車両の相対速度が大きい場合には超音波ソナーによる手法では距離検出が難しく、この超音波ソナーによる手法は障害物と車両の相対速度が大きい通常の走行中には対応できない。また、ミリ波センサによって走行中の障害物を検知して運転者に警報を発する方法がある。しかし、このミリ波センサによる方法は自車両と障害物の距離のみを検出して警報を発するものであり、自車両と障害物の衝突の可能性を考えた警報を発することができなかった。そこで、これらの問題点を解決する方法として以下のような技術が開示されている。

【0004】

特許文献1に記載のミリ波センサの信号処理方法では、ミリ波センサから車両等の対象物までの距離や対象物の速度に加えてミリ波センサのビームを走査（スキヤニング）させることによって対象物の移動方向を検出することを可能とし、1つのセンサで対象物までの距離、対象物の速度、対象物の移動方向を検出することを可能としている。

【0005】

特許文献2に記載の車両制御装置では、前方車の具備するマーカを点滅させることによって自車が備える画像センサでマーカによる前方車の情報を取得している。これによって自車から前方車までの車間距離を算出し、自車の走行を制御している。

【0006】**【特許文献1】**

特開2002-257927号公報（第3頁）

【特許文献2】

特開2001-143199号公報（第1頁）

【0007】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、上記前者に記載の従来技術（ミリ波センサの信号処理方法）によれば、ミリ波センサがミリ波センサのビームを走査させる機能を必要とし高コストになるといった問題があり、さらに路面反射等による障害物の誤認識を十分に減らすことができないといった問題があった。

【0008】

また、上記後者に記載の従来技術（車両制御装置）によれば、自車との車間距離を測定する対象である前方車が所定のマーカを備える必要があるといった問題があった。

【0009】

この発明は上記に鑑みてなされたものであって、ミリ波センサによって得られる情報と画像センサによって得られる情報をマッチングさせて自車と障害物の衝

突予測を高精度かつ正確に行うことができる衝突予測装置を得ることを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、請求項1の発明に係る衝突予測装置は、撮像した画像から障害物の画像上のサイズおよび画像上の位置を検出する画像センサ部（図2に示す画像センサ部20に対応する）と、ミリ波を送出し、その反射波に基づいて自車から障害物までの距離を検出するミリ波センサ部（図2に示すミリ波センサ部30に対応する）と、前記画像センサ部によって検出した障害物の画像上のサイズの変化率と前記ミリ波センサによって検出した自車から障害物までの距離の変化率とが相反関係にある場合に、画像センサ部によって検出された障害物とミリ波センサによって検出された障害物を同一物体であると判断するとともに、同一物体であると判断した場合に該同一物体を衝突予測対象障害物として該衝突予測対象障害物の所定時間後における自車に対する相対予測位置を前記画像センサ部で検出した画像上の位置と前記ミリ波センサ部で検出した自車から障害物まで距離とに基づいて算出するセンサマッチング部（図2に示すセンサマッチング部40に対応する）と、前記算出した衝突予測対象障害物の相対予測位置から自車と衝突予測対象障害物の衝突の可能性を予測する衝突予測部（図2に示す衝突予測部50に対応する）と、を備えることを特徴とする。

【0011】

この請求項1の発明によれば、画像センサ部によって検出した障害物の画像上のサイズの変化率とミリ波センサによって検出した自車から障害物までの距離の変化率とが相反関係にある場合に、画像センサ部によって検出された障害物とミリ波センサによって検出された障害物を同一物体であると判断するとともに、同一物体であると判断した場合は該同一物体を衝突予測対象障害物として該衝突予測対象障害物の所定時間後における自車に対する相対予測位置を画像上の位置と自車から第2の障害物まで距離に基づいて算出するセンサマッチング部を備えることとしたので、障害物の認識性能を高めることができ障害物の検出を正確に行うことができる。

【0012】

また、請求項2の発明に係る衝突予測装置は、請求項1の発明において、前記センサマッチング部は、前記衝突の可能性を予測する時点の衝突予測対象物および前記自車の状態が前記所定時間維持された場合の前記自車に対する衝突予測対象物の相対的な位置を前記衝突予測対象障害物の予測位置として算出することを特徴とする。

【0013】

この請求項2の発明によれば、衝突の可能性を予測する時点の衝突予測対象物および自車の状態が所定時間維持された場合の該自車に対する衝突予測対象物の相対的な位置を衝突予測対象障害物の予測位置として算出することとしたので、現在の走行状態を反映した衝突予測を行うことができる。

【0014】

また、請求項3の発明に係る衝突予測装置は、請求項1または2の発明において、自車のヨーレートおよび自車の速度を測定して自車の前記所定時間後の自車予測位置を算出する自車測定部をさらに備え、前記画像センサ部は、前記自車の速度および／または前記自車予測位置に基づいて障害物を抽出し、前記ミリ波センサ部は、自車に対する障害物の相対速度を算出し、前記自車測定部で算出した自車の速度と前記算出した自車に対する障害物の相対速度とに基づいて障害物を抽出することを特徴とする。

【0015】

この請求項3の発明によれば、自車のヨーレートおよび自車の速度を測定して自車の前記所定時間後の自車予測位置を算出する自車測定部をさらに備え、画像センサ部は、自車の速度および／または自車予測位置に基づいて障害物を抽出し、ミリ波センサ部は、自車に対する障害物の相対速度を算出し、自車測定部で算出した自車の速度と前記算出した自車に対する障害物の相対速度とに基づいて障害物を抽出することとしたので、障害物の対象となりうる物体のみを効率よく抽出することが可能となる。

【0016】

また、請求項4の発明に係る警報装置は、請求項1～3の発明において、前記

衝突予測部は、前記所定の時間内に前記相対予測位置が自車から所定の距離内に位置する場合に衝突の可能性があるとして予測することを特徴とする。

【0 0 1 7】

この請求項 4 の発明によれば、衝突予測部は、所定の時間内に相対予測位置が自車から所定の距離内に位置する場合に衝突の可能性があるとして予測することとしたので、自車と障害物の衝突の回避を考慮にいたした衝突の予測をすることが可能となる。

【0 0 1 8】

また、請求項 5 の発明に係る衝突予測装置は、請求項 1 ～ 4 の発明において、前記衝突予測部が衝突の可能性があるとして判断した場合に、自車の運転者に警報を発生する警報報知部をさらに備えることを特徴とする。

【0 0 1 9】

この請求項 5 の発明によれば、衝突予測部が衝突の可能性があるとして判断した場合に、自車の運転者に警報を発生する警報報知部をさらに備えることとしたので、自車の運転者に対して衝突の可能性がある危険な状態を知らせることが可能となる。

【0 0 2 0】

【発明の実施の形態】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかる衝突予測装置の好適な実施の形態を詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0 0 2 1】

まず、本実施の形態にかかる衝突予測装置の予測原理について説明する。図 1 は、本実施の形態にかかる衝突予測装置の予測原理を説明するための説明図である。同図に示すように、この衝突予測装置では、自車 1 に搭載したミリ波センサ部 3 0 によって自車 1 から障害物 7 0 までの距離および自車 1 に対する障害物 7 0 の相対速度を算出するとともに、自車 1 に搭載した画像センサ部 2 0 によって障害物 7 0 の画像上の位置、画像上の大きさを算出する。つぎに、センサマッチング部 4 0 は、ミリ波センサ部 3 0 によって得られた情報と画像センサ部 2 0 に



よって得られた情報のマッチングをとるとともに、障害物 70 の所定時間後の予測位置 $k(t)$ を算出する。そして、衝突予測部 50 では、センサマッチング部 40 によってマッチングのとられた障害物 70 の予測位置 $k(t)$ に基づき自車 1 と障害物 70 の衝突予測を行う。警報報知部 60 は衝突予測部 50 での衝突予測結果に基づいて自車 1 の運転者に警報を発する。

【0022】

次に本実施の形態に係る衝突予測装置の構成について説明する。図 2 は、本実施の形態にかかる衝突予測装置の概略を示すブロック図であり、図 3 は、本実施の形態にかかる障害物のセンシング範囲を模式的に表した図であり、図 4 は、本実施の形態にかかる画像センサ部 20 によって抽出される画像上の障害物を表した模式図である。

【0023】

図 2 に示すように、この衝突予測装置は、自車測定部 10、画像センサ部 20、ミリ波センサ部 30、センサマッチング部 40、衝突予測部 50、警報報知部 60 および運転者制御監視部 65 で構成されている。

【0024】

自車測定部 10 は、ヨーレートセンサ 11、速度センサ 12 および自車進路予測部 13 からなる。ヨーレートセンサ 11 は、自車 1 のヨーレート（角速度）を測定することができる例えばジャイロセンサのような機能を備えている。速度センサ 12 はタイヤを回転させる軸の回転角に応じて発せられるパルスを単位時間内にカウントして自車 1 の速度 v を測定するものである。自車進路予測部 13 は、ヨーレートセンサ 11 から得られた自車 1 のヨーレートと速度センサ 12 から得られた自車 1 の速度 v から所定時間後の自車 1 の予測位置 $h(t)$ を算出する。算出された自車 1 の速度 v は画像センサ部 20 の物体抽出部 22 と衝突予測部 50 へ送られ、自車 1 の予測位置 $h(t)$ は画像センサ部 20 の物体抽出部 22 へ送られる。

【0025】

画像センサ部 20 は、画像センサ 21、物体抽出部 22 およびサイズ算出部 23 からなる。画像センサ 21 は、CCD (Charge Coupled De

vice) カメラやCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) カメラ等を用いて自車1の進路方向前方を撮像するものであり、例えばレンズ焦点距離を調節することによって所望の画角を得ることができる。ここでは、図3に示すように後述するミリ波レーダ31と同一の画角に設定してあり、この画角内で撮像される物体の画像情報を得ることができる。例えば毎秒30フレーム撮像することにより約33 msecに1度の割合で衝突予測を行うことが可能となる。

【0026】

物体抽出部22は、速度センサ12によって取得した自車1の速度 v 、自車進路予測部13が算出した予測位置(t)に基づいて画像センサ21が撮像した画像の中から物体抽出範囲を限定し、画像センサ21が撮像した物体の画像の中から自車1と衝突の可能性がある障害物70のみを分離抽出する。例えば、図4の画像上において道路やその他背景の部分は、自車速度 v と自車1の予測位置 $h(t)$ 等の情報を用いて抽出対象から除外される。そして、例えば斜線で表した物体のみが障害物70として分離抽出される。サイズ算出部23は、物体抽出部22によって抽出された障害物70の画像上の横方向の画像サイズを画素数(ピクセル数)で算出するとともに障害物70の画像上の位置(2次元座標)を検出し、この情報を後述するセンサマッチング部40へ送る。

【0027】

ミリ波センサ部30は、ミリ波レーダ31、物体抽出部32および距離・速度算出部33からなり、例えばFMCW方式(周波数変調連続波方式)を用いてレーダのドップラシフトから自車1から物体までの距離と、自車1に対する物体の相対速度を得るものである。ミリ波レーダ31は、ある画角(画像センサ21と同じ画角)に対してミリ波を出しこれに対する障害物70からの反射波を検出するものである。また、ミリ波レーダ31からのミリ波レーダは空中線の指向特性によってビーム幅が決定され、一般道では広角に設定し、高速自動車道路では狭い角度にして分解能を高めることができる。

【0028】

物体抽出部32は、ミリ波レーダ31が検出した反射波のうち、自車1と遠く



離れているため反射波の検出レベルが低いものを衝突の可能性が低い物体のものと判断して除外し、自車 1 に近いため反射波の検出レベルが高いものを衝突の可能性が高い物体のものと判断して抽出する。また、物体抽出部 32 は、速度センサ 12 によって取得した自車 1 の速度 v に基づいてミリ波センサ 31 が検出した反射波の中から自車 1 と衝突の可能性のある障害物 70 のみを抽出する。なお、ミリ波センサ部 30 が物体の移動方向を検出することが可能な場合は、自車進路予測部 13 によって算出された自車 1 の予測位置 $h(t)$ と自車 1 の速度 v を用いて衝突の対象となりそうな障害物 70 の抽出をすることも可能である。距離・速度算出部 33 は、出力した出射波と検出した反射波の時間差により自車 1 と障害物 70 の距離および自車 1 に対する障害物 70 の相対速度を算出するものであり、この算出した情報を後述するセンサマッチング部 40 へ送る。

【0029】

センサマッチング部 40 は、ミリ波センサ部 30 の距離・速度算出部 33 から送られる自車 1 から障害物 70 までの距離と画像センサ部 20 のサイズ算出部 23 から送られる障害物 70 の画像上の大きさ（画素数）のマッチングを行う。ここのマッチングは、画像センサ部 20 とミリ波センサ部 30 が同一の障害物 70 のデータを抽出していることを確認するためのものであり、同一障害物と確認された場合は、同一障害物と確認された障害物 70 の所定時間後の予測位置 $k(t)$ を算出し衝突予測部 50 に送る。一方、同一障害物ではないと判断された場合は、画像センサ部 20 またはミリ波センサ部 30 が誤って認識したものと判断して衝突の可能性のある障害物 70 の対象から除外する。

【0030】

衝突予測部 50 は、自車 1 の速度 v と、センサマッチング部 40 においてマッチングのとられた障害物 70 の予測位置 $k(t)$ とを用いて自車 1 と障害物 70 との衝突予測を行う。そして、自車 1 と障害物 70 が所定の時間（例えば 3 秒）以内に衝突すると判断した場合は、警報をオンにする衝突予測信号を警報報知部 60 に送信する。なお、後述する運転者制御監視部 65 から衝突予測部 50 へ衝突予測信号をリセットするよう指示が入力されると、衝突予測信号はリセットされる。



【0031】

警報報知部 60 は、報知制御部 61、音声報知部 62、画像報知部 63 からなる。報知制御部 61 は、衝突予測部 50 から送られてきた自車 1 と障害物 70 の衝突予測に基づき、音声報知部 62 や画像報知部 63 に警報を出すよう指示を出す。音声報知部 62 は、衝突の回避措置を講ずるよう自車 1 の運転者に対し警報音や警報メッセージを発する。画像報知部 63 は、衝突の回避措置を講ずるよう自車 1 の運転者に対しモニタ画面上に警報メッセージを映し出す。また、報知制御部 61 は、運転者制御監視部 65 から運転者による衝突回避制御がなされたことを示す信号を受信した場合は、画像報知部 63、音声報知部 62 に警報を停止するよう指示を出す。なお、運転者制御監視部 65 から警報を停止させる指示を音声報知部 62、画像報知部 63 へ直接送信してもよい。

【0032】

運転者制御監視部 65 は、画像報知部 63 や音声報知部 62 によって運転者に警報がなされた後、運転者がブレーキを踏む等の衝突回避制御を行った場合、これを検知して、検出信号を衝突予測部 50 や警報報知部 60 へ送信する。この検出信号が衝突予測部 50 に入力されると、前述したように、衝突予測信号はリセットされる。

【0033】

つぎに、障害物 70 を抽出する手順について説明する。図 5 は、本実施の形態にかかる自車の予測位置を算出する手順を示したフローチャートである。

【0034】

まず、自車測定部 10 のヨーレートセンサ 11 が自車 1 のヨーレートを測定し（ステップ S100）、これを自車進路予測部 13 へ送信する。また、同時に自車測定部 10 の速度センサ 12 が自車 1 の速度 v を測定し（ステップ S110）、これを自車進路予測部 13 へ送信する。さらに、測定した自車の速度 v は画像センサ部 20 の物体抽出部 22 とミリ波センサ部 30 の物体抽出部 32 へ送られる。自車進路予測部 13 は、ヨーレートセンサ 11 が測定したヨーレートと速度センサ 12 が測定した自車 1 の速度 v に基づき所定時間後の自車 1 の予測位置 $h(t)$ を算出する（ステップ S130）。さらに、算出した自車 1 の予測位置 h

(t) は画像センサ部 20 の物体抽出部 22 へ送られる。

【0035】

つぎに、図 2 に示した画像センサ部 20 によって障害物 70 の画像上のサイズと画像上の位置を算出する手順について説明する。図 6 は、本実施の形態にかかる障害物の画像上のサイズと画像上の位置を算出する手順を示したフローチャートである。

【0036】

まず、画像センサ部 20 の画像センサ 21 が自車 1 の前方を撮像した画像を例えば 33 msec 毎に取得し (ステップ S200)、物体抽出部 22 へ送信する。つぎに、物体抽出部 22 に送信された画像、速度センサ 12 によって測定した自車速度 v 、自車進路予測部 13 によって算出した自車 1 の予測位置 $h(t)$ に基づいて衝突の対象となりそうな障害物 70 のみを抽出する (ステップ S210)。例えば、自車 1 の予測位置 $h(t)$ に基づいて路面上にある物体のみを障害物 70 として抽出する。また、自車速度 v に基づいて静止した物体を障害物 70 の対象から除外する。さらに、画像に映し出された物体の中から丸い形状をしたマンホールの画像は排除する等して障害物 70 の対象を絞る。

【0037】

つぎに、サイズ算出部 23 は、抽出した障害物 70 の画像から障害物 70 の画像上のサイズ (横方向のピクセル数)、画像上の位置 (2次元座標) を算出する (ステップ S330)。さらに、物体 n の時刻 t における画像サイズを $W_n(t)$ で表すと、

$$\begin{aligned} & ((W_n(t) - W_n(t-1)) / (W_n(t-1) - W_n(t-2))) \\ & = C1 \end{aligned} \quad \dots \text{式 (1)}$$

を満たす値 $C1$ が存在し、 $C1$ がある一定範囲内に収まる物体のみを障害物 70 として抽出する。式 (1) の左辺において分母は時刻 $(t-2)$ から時刻 $(t-1)$ までの間の物体 n の画像サイズの変化を表しており、分子は時刻 $(t-1)$ から時刻 t までの間の物体 n の画像サイズの変化を表している。したがって、 $C1$ は一定時間内における物体 n の画像サイズの変化率を表すものであり、この変化率が所定範囲内であれば同一物体と判断する。

【0038】

例えば、33 msec に一度の割合で障害物 70 の画像サイズを算出する場合について考える。 $W_n(t)$ が 100 ピクセル、 $W_n(t-1)$ が 99 ピクセル、 $W_n(t-2)$ が 98 ピクセルであった場合、式 (1) より C_1 は 1.0 となる。測定誤差等を考慮して C_1 の条件を 0.9 ~ 1.1 であると設定していた場合、1.0 はこの範囲内に入っており障害物 70 として抽出される。一方、 $W_n(t)$ が 200 ピクセル、 $W_n(t-1)$ が 100 ピクセル、 $W_n(t-2)$ が 99 ピクセルであった場合、式 (1) より C_1 は 100 となる。この場合、物体の画像サイズは最初の 33 msec 間に 1 ピクセルしか変化していないのに対し次の 33 msec 間では 200 ピクセルも変化しており通常の走行でありえない変化である。したがって、この物体はノイズ等による誤認識であると判断して障害物 70 の対象から除外しておく。

【0039】

また、物体 n の時刻 t における画像サイズを $W_n(t)$ で表すと、

$$W_n(t) - W_n(t-1) = (W_n(t-1) - W_n(t-2)) + C_2 \quad \dots \text{式 (2)}$$

を満たす値 C_2 が存在し、 C_2 がある一定範囲内に収まる物体のみを障害物 70 として抽出してもよい。なお、 C_1 、 C_2 の値の範囲は画像センサ 20 の性能や実験値に基づき予めサイズ算出部 23 に登録しておくものとする。そして、サイズ算出部 23 によって算出した障害物 70 の画像上のサイズと画像上の位置をセンサマッチング部 40 へ送信する。

【0040】

つぎに、図 2 に示したミリ波センサ部 30 によって自車 1 から障害物 70 までの距離および自車 1 に対する障害物 70 の相対速度を算出する手順について説明する。図 7 は、本実施の形態にかかる自車から障害物までの距離および自車に対する障害物の相対速度を算出する手順を示したフローチャートである。

【0041】

ミリ波センサ部 30 のミリ波レーダ 31 が物体への反射波を検出し (ステップ S300)、この検出波を出射波とともに物体抽出部 32 へ出力する。物体抽出

部 32 は反射波と出射波に基づいて衝突対象となりうる障害物 70 のみを抽出する。例えば、物体抽出部 32 は取得した反射波の中から検出レベルの小さなものを衝突の可能性が低い自車 1 から遠く離れた物体からの反射波として除外し、検出レベルの大きなものを衝突の可能性が高い自車 1 の近くにある物体からの反射波として抽出する（ステップ S320）。また、物体抽出部 32 には速度センサ部 12 によって取得した自車 1 の速度 v が入力され、これとミリ波レーダ 31 によって取得した自車 1 と物体との距離および相対速度を比較することによって静止している壁等の物体は障害物 70 から除外する。さらに、ミリ波レーダ 31 によって取得した自車 1 から物体までの距離および自車 1 に対する物体の相対速度から、衝突の可能性がきわめて低い物体は障害物 70 から除外しておく。例えば、自車速度が遅い時（時速 30 km/h）に自車 1 と障害物 70 の距離が長い（100 m）場合には衝突の可能性が極めて低いためこれを障害物 70 の対象から除外しておく。

【0042】

つぎに、距離・速度算出部 33 は抽出した障害物 70 に関して自車 1 から障害物 70 までの距離および自車 1 に対する相対速度を算出する（ステップ S330）。さらに、物体 m の時刻 t における自車 1 との距離を $D_m(t)$ で表し、物体 m の時刻 t における自車 1 との相対速度を $V_m(t)$ で表すと、時刻 $(t-1)$ から時刻 t までの時間の変化を Δt として、

$$V_m(t-1) \cdot \Delta t = C3 \cdot D_m(t) - D_m(t-1) \\ \dots \text{式 (3)}$$

を満たす値 $C3$ が存在し、 $C3$ がある一定の範囲以下に収まる物体のみを障害物 70 として抽出する。式 (3) において左辺は時刻 $(t-1)$ での相対速度のまま自車 1 と物体 m が走行した場合の時刻 $(t-1)$ から時刻 t までの間における自車 1 から物体 m までの距離の変化を表し、右辺も自車 1 と物体 m までの距離の変化を表している。理想的には $C3$ は 1 であるが、測定誤差等を考慮して $C3$ が一定の範囲以下に収まれば同一物体と判断する。

【0043】

さらに、物体 m の時刻 t における自車 1 との距離を $D_m(t)$ で表すと、

$$\begin{aligned} & ((D_m(t) - D_m(t-1)) / (D_m(t-1) - D_m(t-2))) \\ & = C_4 \end{aligned} \quad \dots \text{式 (4)}$$

を満たす値 C_4 が存在し、 C_4 がある一定値以下に収まる物体 m のみを障害物 70 として抽出する。式 (4) において分母は時刻 $(t-2)$ から時刻 $(t-1)$ までの間に变化する自車 1 と物体 m までの距離の変化を表しており、分子は時刻 $(t-1)$ から時刻 t までの間に变化する自車 1 から物体 m までの距離を表している。したがって、 C_3 は一定時間内における自車 1 から物体 m までの距離の変化率を表すものであり、この変化率が所定範囲内であれば同一物体と判断する。

【0044】

例えば、33 msec 毎に自車 1 から物体 m までの距離を測定すると場合、33 msec の間に自車 1 から物体 m までの距離が 20 m から 10 m に变化したとすると自車 1 から物体 m までの距離が 1 秒当たり約 300 m 变化したことになる。これは、常識的に考えてありえないことでありこのような変化を示した場合は、誤認識による情報と判断して障害物 70 の対象から除外する。

【0045】

また、物体 m の時刻 t における画像サイズを $W_m(t)$ で表すと、

$$D_m(t) - D_m(t-1) = D_m(t-1) - D_m(t-2) + C_5 \quad \dots \text{式 (5)}$$

を満たす値 C_5 が存在し、 C_5 がある一定範囲内に収まる物体のみを障害物 70 として抽出してもよい。なお、 C_3 、 C_4 、 C_5 の値の範囲は画像センサ 20 の性能や実験値に基づき予めサイズ算出部 23 に登録しておくものとする。

【0046】

そして、距離・速度算出部 33 は自車 1 から障害物 70 までの距離と自車 1 に対する障害物 70 の相対速度をセンサマッチング部 40 に送る。

【0047】

つぎに、図 2 に示した衝突予測装置の警報発生までのフローについて説明する。図 8 は、図 2 に示した警報装置の警報発信の手順を示すフローチャートである。

【0048】

まず、画像センサ部 20 で得られた障害物 70 の画像上のサイズと画像上の位置をセンサマッチング部 40 へ送信するとともに、ミリ波センサ部 30 で得られた自車 1 から障害物 70 までの距離および自車 1 に対する障害物 70 の相対速度をセンサマッチング部 40 へ送信する。センサマッチング部 40 は、ミリ波センサ部 30 で得られた自車 1 から障害物 70 までの距離と画像センサ部 20 で得られた障害物 70 の画像上のサイズとのマッチングをとる（ステップ S400）。例えば、画像センサ部 20 によって算出される物体 n（障害物 70）の時刻 t における画面上の大きさを $W_n(t)$ とし、ミリ波センサ部 30 によって算出される物体 m（障害物 70）の時刻 t における自車 1 からの距離を D_m で表すと、

$$D_m(t) / D_m(t-1) = C6 / (W_n(t) / W_n(t-1))$$

・・・式 (6)

を満たす値 $C6$ が存在し、 $C6$ の値が所定の範囲以内におさまる物体 m と物体 n を同一物体と判断する。式 (6) の左辺は時刻 $(t-1)$ から時刻 t における自車 1 から障害物 70 までの距離の変化率を表したものであり、右辺の分母は時刻 $(t-1)$ から時刻 t における障害物 70 の画像上のサイズの変化率を表したものである。距離の変化率と画像サイズの変化率は相反（例えば反比例）の関係にあり、かつ $C6$ が所定の範囲内で推移する場合には自車 1 から障害物 70 までの距離と障害物 70 の画像上のサイズのマッチングがとれたこととなる。 $C6$ の値の範囲は画像センサ 20 部、ミリ波レーダ 30 部の性能や実験値に基づき予めセンサマッチング部 40 に登録しておくものとする。

【0049】

例えば、時刻 $(t-2)$ において自車 1 から障害物 70 までの距離が 30 m であって障害物 70 の画像上のサイズが 27 ピクセルであり、時刻 $(t-1)$ において自車 1 から障害物 70 までの距離が 15 m であって障害物 70 の画像上のサイズが 54 ピクセルであり、時刻 t において自車 1 から障害物 70 までの距離が 10 m であって障害物 70 の画像上のサイズが 90 ピクセルである場合について考える。時刻 $(t-2)$ から時刻 $(t-1)$ の間の $C6$ は式 (6) から 1 となる。同様に時刻 $(t-1)$ から時刻 t の間の $C6$ は式 6 から 0.9 となる。理想的には $C6$ は一定値を示すが測定誤差等を考慮して $C6$ が所定の範囲内の値を示す

場合はマッチングがとれていると判断して物体mと物体nは同一物体であると判定する。一方、C6の値が一定の値を示さず振れ幅が大きい時は物体mと物体nは同一の物体ではないと判断する。このようにして、いずれかの物体とマッチングのとれた物体の情報のみを障害物70の情報として衝突予測部50に送信する。一方、いずれの物体ともマッチングのとれなかった物体は誤認識により検出されたものであるとして障害物70から除外する。つぎに、センサマッチング40は、画像センサ部20による障害物70の画像上の位置（2次元座標）とミリ波センサ部30による自車1から障害物70までの距離によって障害物70の予測位置 $k(t)$ を求める。すなわち、画像上の位置からは障害物70の左右方向の情報を取得でき、自車1から障害物70までの距離からは奥行き方向の情報を得ることができるためこれにより障害物70の予測位置 $k(t)$ を算出する。

【0050】

つぎに、衝突予測部50において自車1と障害物70の衝突予測を行う（ステップS410）。ここでの衝突予測はセンサマッチング部40において算出された障害物70の予測位置 $k(t)$ を用いて行う。障害物70の予測位置 $k(t)$ により時刻 t における自車1から障害物70までの距離を算出することができる。そしてこの距離が所定の範囲C7より近づくことの条件は、

$$|k(t)| \leq C7 \cdots \text{式(7)}$$

で表される。また、時間C8内に式(7)を満たすことの条件は、

$$t \leq C8 \cdots \text{式(8)}$$

で表される。

【0051】

図9は、本発明の実施の形態にかかる衝突予測を模式的に表した図である。図9において、横軸は時間 t を表し、縦軸は自車1から障害物70までの距離 $|k(t)|$ を示している。図中の破線は式(7)で示したC7を示しており、C7の値より $|k(t)|$ の値が小さくなると予想される場合に警報報知部60によって自車1の運転者に警報を出す。例えば、自車1と障害物70が3秒以内に距離C7より近づく予想される場合に警報を出すよう設定してあるとする。すなわち、C8=3秒である。この場合、時刻aから時刻cまでの時間が5秒である

とするとここでは警報を出さない。一方、時刻 b から時刻 c までの時間が 3 秒であるとするこの時点で警報を出す。このように、衝突予測部 50 において衝突する可能性ありと判断した場合、警報報知部 60 の報知制御部 61 はこの情報に基づいて音声報知部 62 と画像報知部 63 とから警報を発するよう指示を出し、音声報知部 62 や画像報知部 63 から自車 1 の運転手に警報が出される（ステップ S430）。また、C1～C8 の値の範囲は自車 1 の速度 v に応じて変更するよう設定しておいてもよい。

【0052】

この後、運転者がブレーキをかけるなどの衝突回避の制御操作を行った場合には、運転者制御監視装置 65 から衝突予測部 50 へ衝突予測信号のリセット指示が出される（ステップ S440）。なお、この衝突回避の制御操作が行われた後、運転者制御監視部 65 から報知制御部 61 に指示を出して警報の停止をしてもよいし、衝突予測情報の更新により衝突の可能性が無くなったことが確認された後警報を停止してもよい。

【0053】

上述してきたように、本実施の形態では、画像センサ部 20 によって算出した物体 n（障害物 70）の画像上のサイズの変化率とミリ波センサ部 30 によって算出した自車 1 から物体 m（障害物 70）までの距離の変化率が相反関係（例えば略反比例関係）にある場合に物体 n と物体 m が同一物体であると判断するとともに、同一物体であると判断した場合は所定時間後における自車 1 に対する相対予測位置 $h(t)$ を算出するセンサマッチング部 40 を備えることとしたので、障害物の認識性能を高め障害物の検出を正確に行うことが可能となる。

【0054】

なお、上記実施の形態では画像センサ部 20 によって障害物 70 の画像上の位置を算出したが、GPS（Global Positioning System）受信機能を利用して障害物 70 の位置を検出してもよい。また、上記実施の形態ではミリ波センサ部 30 が単眼の場合について説明したが、複数のミリ波レーダによって自車 1 から障害物 70 までの距離や自車 1 に対する障害物 70 の相対速度を算出してもよい。さらに、上記実施の形態では C1～C8 を所定値に固

定した場合について説明したが、天候等の周囲の環境の変化により画像センサ部 2 0 やミリ波センサ部 3 0 は測定誤差を生じる場合があるため、C 1 ～C 8 の所定の範囲の設定を自由に設定できるようにしてもよい。

【 0 0 5 5 】

(付記 1) 撮像した画像から障害物の画像上のサイズおよび画像上の位置を検出する画像センサ部と、

ミリ波を送出し、その反射波に基づいて自車から障害物までの距離を検出するミリ波センサ部と、

前記画像センサ部によって検出した障害物の画像上のサイズの変化率と前記ミリ波センサ部によって検出した自車から障害物までの距離の変化率とが相反関係にある場合に、画像センサ部によって検出された障害物とミリ波センサ部によって検出された障害物を同一物体であると判断するとともに、同一物体であると判断した場合に該同一物体を衝突予測対象障害物として該衝突予測対象障害物の所定時間後における自車に対する相対予測位置を前記画像センサ部で検出した画像上の位置と前記ミリ波センサ部で検出した自車から障害物まで距離とに基づいて算出するセンサマッチング部と、

前記算出した衝突予測対象障害物の相対予測位置から自車と衝突予測対象障害物の衝突の可能性を予測する衝突予測部と、

を備えることを特徴とする衝突予測装置。

【 0 0 5 6 】

(付記 2) 前記センサマッチング部は、前記衝突の可能性を予測する時点の衝突予測対象物および前記自車の状態が前記所定時間維持された場合の前記自車に対する衝突予測対象物の相対的な位置を前記衝突予測対象障害物の予測位置として算出することを特徴とする付記 1 に記載の衝突予測装置。

【 0 0 5 7 】

(付記 3) 自車のヨーレートおよび自車の速度を測定して自車の前記所定時間後の自車予測位置を算出する自車測定部をさらに備え、

前記画像センサ部は、前記自車の速度および／または前記自車予測位置に基づいて障害物を抽出し、



前記ミリ波センサ部は、自転車に対する障害物の相対速度を算出し、前記自転車測定部で算出した自転車の速度と前記算出した自転車に対する障害物の相対速度とに基づいて障害物を抽出することを特徴とする付記 1 または 2 に記載の衝突予測装置。

【0058】

(付記 4) 前記衝突予測部は、前記所定の時間内に前記相対予測位置が自転車から所定の距離内に位置する場合に衝突の可能性があることを予測することを特徴とする付記 1 ～ 3 のいずれか一つに記載の衝突予測装置。

【0059】

(付記 5) 前記所定の時間および／または前記所定の距離は、前記自転車の運転者によって自由に設定変更可能なことを特徴とする付記 1 ～ 4 のいずれか一つに記載の衝突予測装置。

【0060】

(付記 6) 前記衝突予測部が衝突の可能性があると判断した場合に、自転車の運転者に警報を発生する警報報知部をさらに備えることを特徴とする付記 1 ～ 5 のいずれか一つに記載の衝突予測装置。

【0061】

(付記 7) 前記衝突予測部は、前記自転車の速度をさらに用いて衝突予測を行うことを特徴とする付記 1 ～ 6 のいずれか一つに記載の衝突予測装置。

【0062】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項 1 の発明によれば、画像センサ部によって検出した障害物の画像上のサイズの変化率とミリ波センサによって検出した自転車から障害物までの距離の変化率とが相反関係にある場合に、画像センサ部によって検出された障害物とミリ波センサによって検出された障害物を同一物体であると判断するとともに、同一物体であると判断した場合は該同一物体を衝突予測対象障害物として該衝突予測対象障害物の所定時間後における自転車に対する相対予測位置を画像上の位置と自転車から第 2 の障害物まで距離に基づいて算出するセンサマッチング部を備えることとしたので、障害物の認識性能を高めることができ障害物

の検出を正確に行うことが可能な衝突予測装置が得られるという効果を奏する。

【0063】

また、請求項2の発明によれば、衝突の可能性を予測する時点の衝突予測対象物および自車の状態が所定時間維持された場合の該自車に対する衝突予測対象物の相対的な位置を衝突予測対象障害物の予測位置として算出することとしたので、現在の走行状態を反映した衝突予測を行うことが可能な衝突予測装置が得られるという効果を奏する。

【0064】

また、請求項3の発明によれば、自車のヨーレートおよび自車の速度を測定して自車の前記所定時間後の自車予測位置を算出する自車測定部をさらに備え、画像センサ部は、自車の速度および／または自車予測位置に基づいて障害物を抽出し、ミリ波センサ部は、自車に対する障害物の相対速度を算出し、自車測定部で算出した自車の速度と前記算出した自車に対する障害物の相対速度とに基づいて障害物を抽出することとしたので、障害物の対象となりうる物体のみを効率よく抽出することが可能な衝突予測装置が得られるという効果を奏する。

【0065】

また、請求項4の発明によれば、衝突予測部は、所定の時間内に相対予測位置が自車から所定の距離内に位置する場合に衝突の可能性があるとして予測することとしたので、自車と障害物の衝突の回避を考慮にいたした衝突の予測をすることが可能な衝突予測装置が得られるという効果を奏する。

【0066】

また、請求項5の発明によれば、衝突予測部が衝突の可能性があるとして判断した場合に、自車の運転者に警報を発生する警報報知部をさらに備えることとしたので、自車の運転者に対して衝突の可能性がある危険な状態を知らせることが可能な衝突予測装置が得られるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本実施の形態にかかる衝突予測装置の予測原理を説明するための説明図である。

。

【図 2】

本実施の形態にかかる衝突予測装置の概略を示すブロック図である。

【図 3】

本実施の形態にかかる障害物のセンシング範囲を模式的に表した図である。

【図 4】

本実施の形態にかかる画像センサ部 20 によって抽出される画像上の障害物を表した模式図である。

【図 5】

本実施の形態にかかる自車の予測位置を算出する手順を示したフローチャートである。

【図 6】

本実施の形態にかかる障害物の画像上のサイズと画像上の位置を算出する手順を示したフローチャートである。

【図 7】

本実施の形態にかかる自車から障害物までの距離および自車に対する障害物の相対速度を算出する手順を示したフローチャートである。

【図 8】

図 2 に示した警報装置の警報発信の手順を示すフローチャートである。

【図 9】

本実施の形態にかかる衝突予測を模式的に表した図である。

【符号の説明】

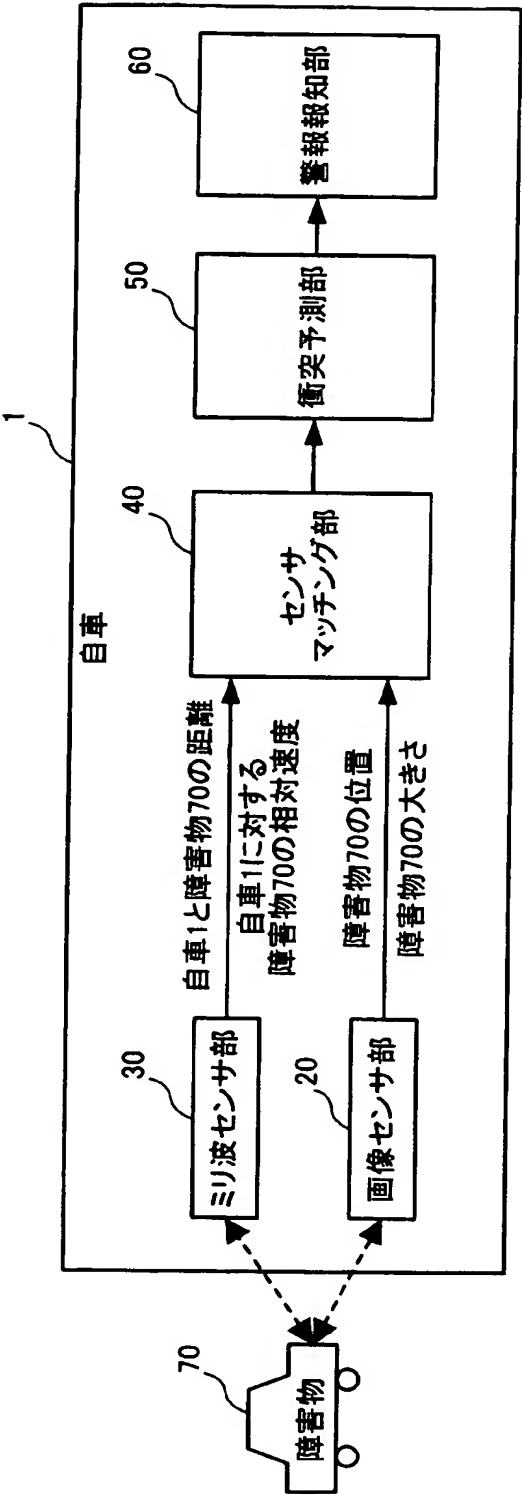
- 1 自車
- 10 自車測定部
- 11 ヨーレートセンサ
- 12 速度センサ
- 13 自車進路予測部
- 20 画像センサ部
- 21 画像センサ
- 22 物体抽出部

- 2 3 サイズ算出部
- 3 0 ミリ波センサ部
- 3 1 ミリ波レーダ
- 3 2 物体抽出部
- 3 3 距離・速度算出部
- 4 0 センサマッチング部
- 5 0 衝突予測部
- 6 0 警報報知部
- 6 1 報知制御部
- 6 2 音声報知部
- 6 3 画像報知部
- 6 5 運転者制御監視部
- 7 0 障害物

【書類名】 図面

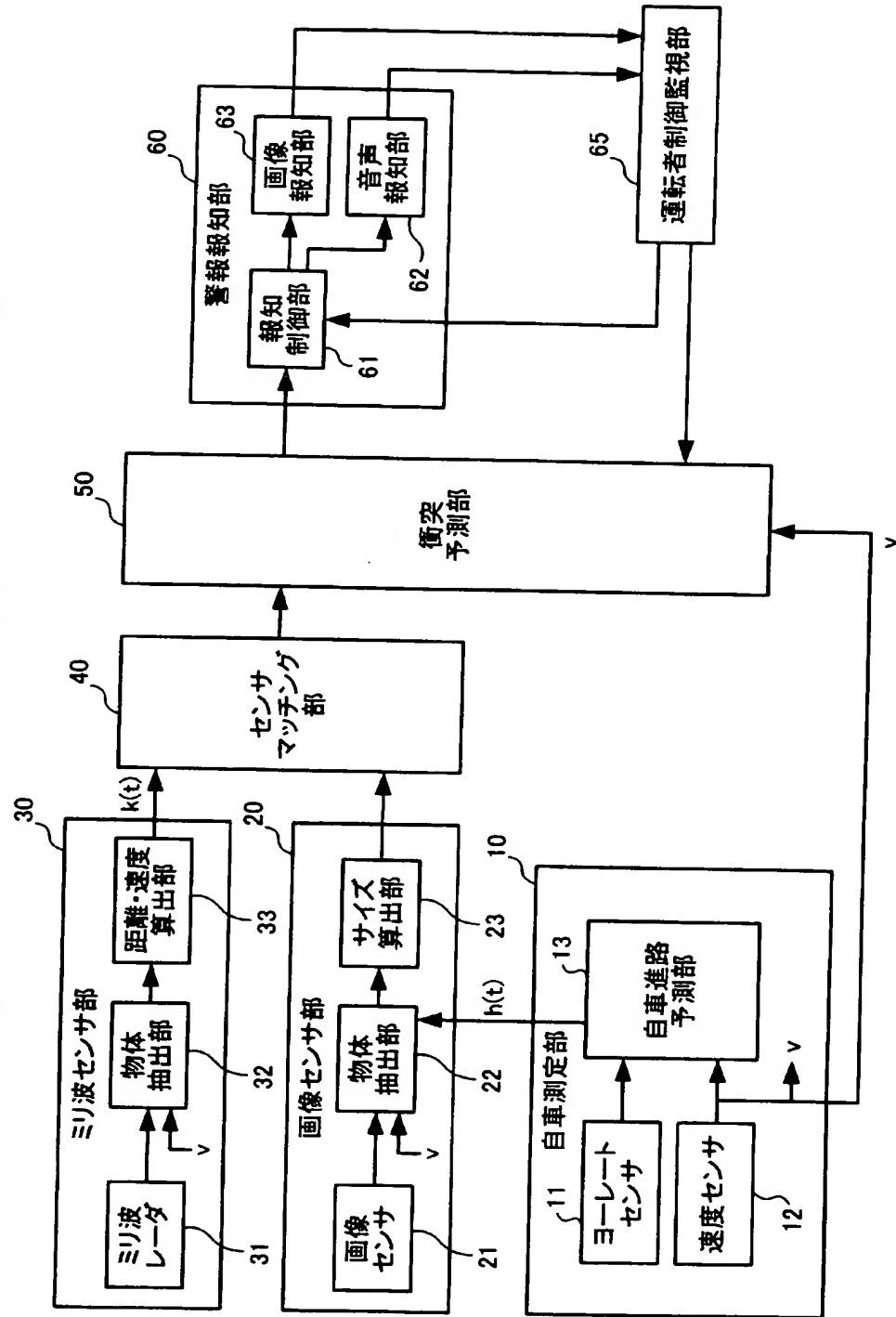
【図 1】

本実施の形態にかかる衝突予測装置の予測原理を説明するための説明図



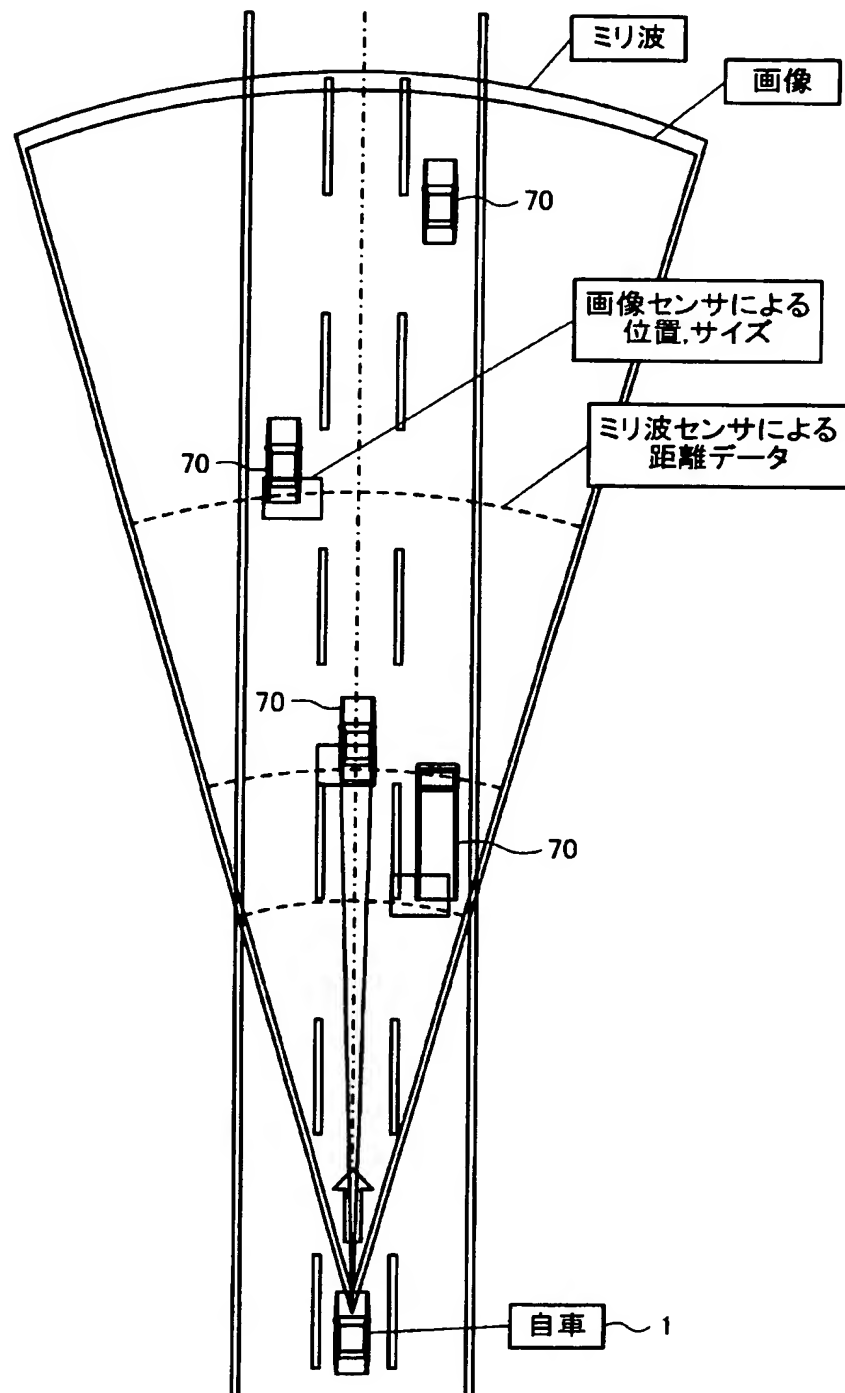
【図 2】

本実施の形態にかかる衝突予測装置の概略を示すブロック図



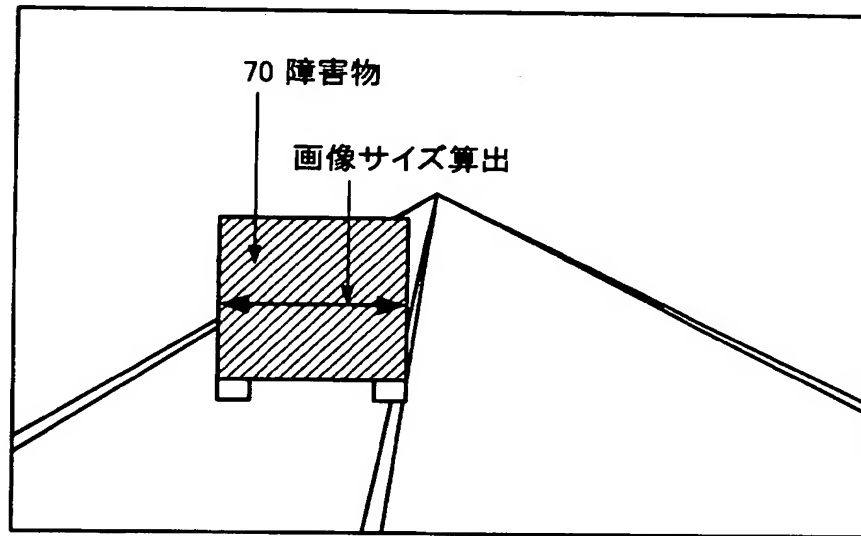
【図 3】

本実施の形態にかかる障害物のセンシング範囲を模式的に表した図



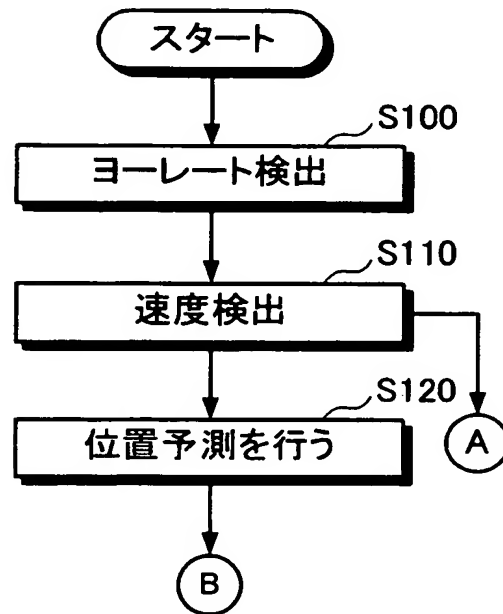
【図 4】

本実施の形態にかかる画像センサ部20によって抽出される
画像上の障害物を表した模式図



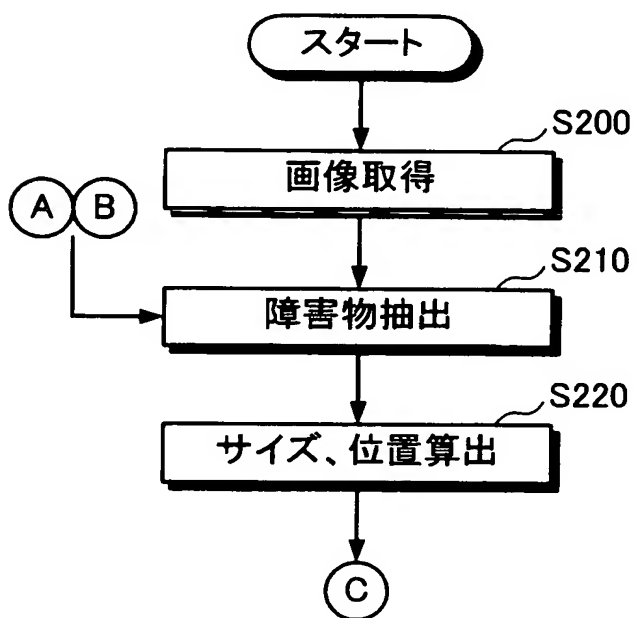
【図5】

本実施の形態にかかる自車の予測位置を
算出する手順を示したフローチャート



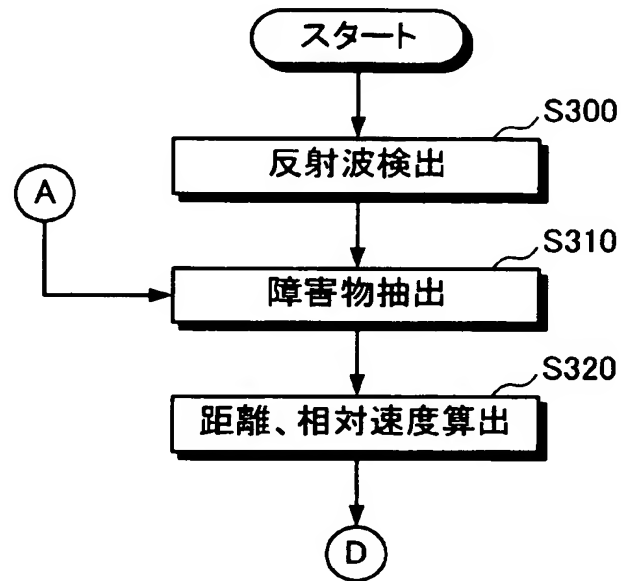
【図 6】

本実施の形態にかかる障害物の画像上のサイズと
画像上の位置を算出する手順を示したフローチャート



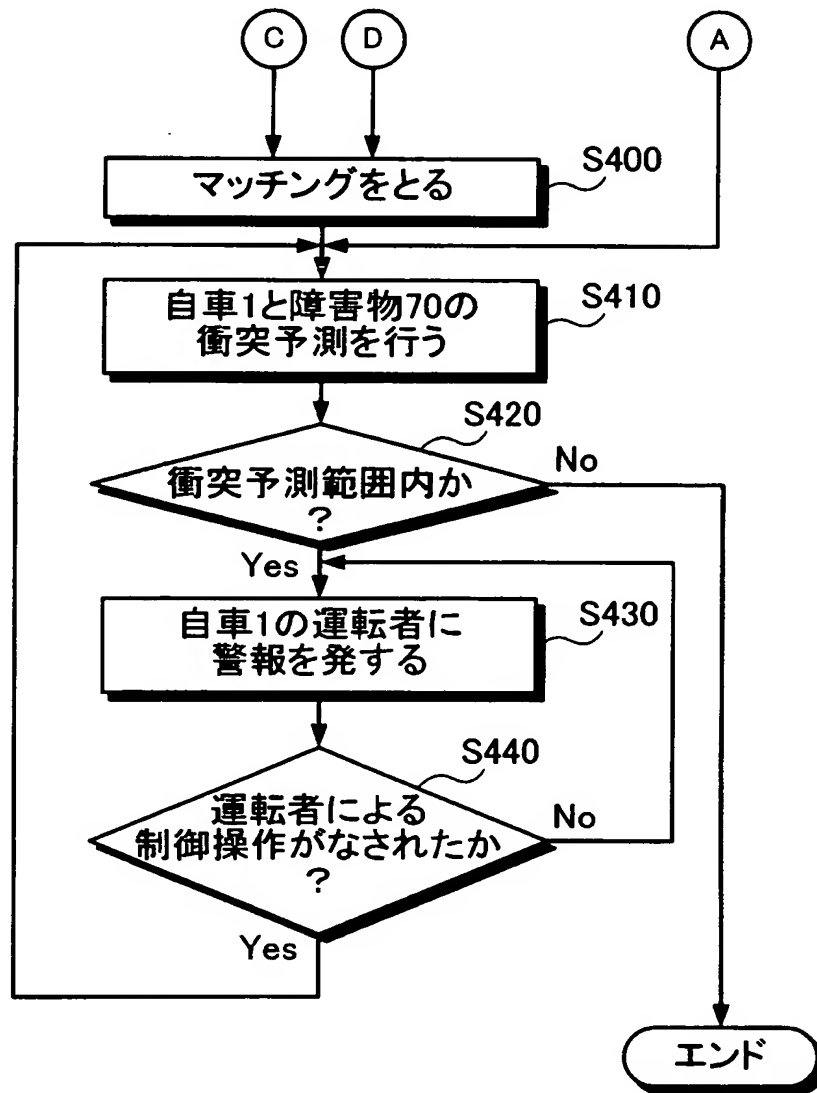
【図 7】

本実施の形態にかかる自転車から障害物までの距離および
自転車に対する障害物の相対速度を算出する手順を示したフローチャート



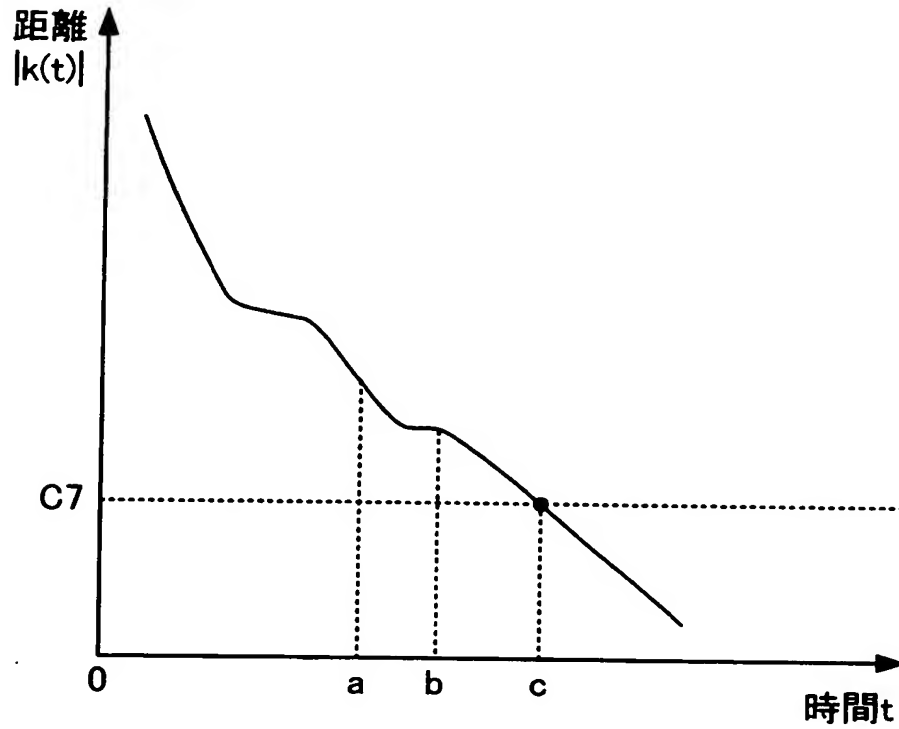
【図 8】

図2に示した警報装置の警報発信の手順を示すフローチャート



【図 9】

本実施の形態にかかる衝突予測を模式的に表した図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ミリ波センサによって得られる情報と画像センサによって得られる情報をマッチングさせて自車と障害物の衝突予測を行う正確且つ高精度に行うこと。

【解決手段】 画像センサ部 2 0 と、ミリ波センサ部 3 0 と、画像センサ部 2 0 によって算出する障害物 7 0 とミリ波センサ部 3 0 によって算出する障害物 7 0 が同一物体であるか否かの判断をするとともに、同一物体であると判断した場合は障害物 7 0 の予測位置を算出するセンサマッチング部 4 0 と、障害物 7 0 の予測位置から自車 1 と障害物 7 0 の衝突の予測を行う衝突予測部 5 0 とを備える。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 9 2 5 7 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社